

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT

(11) 2-308128 (A) (43) 21.12.1990 (19) JP

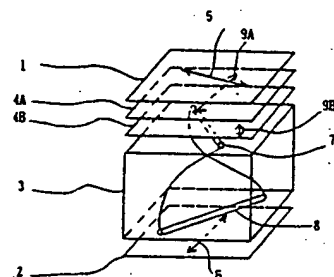
(21) Appl. No. 64-127870 (22) 23.5.1989

(71) ASAHI GLASS CO LTD (72) MINORU AKATSUKA(2)

(51) Int. Cl⁵. G02F1/133, G02F1/137

PURPOSE: To obtain the black and white display element of a wide visual field angle by laminating and disposing plural double refractive plates on one side between a liquid crystal layer and a polarizing plate and specifying the product of the refraction index anisotropy and thickness of the liquid crystal and the main refractive index of the double refraction plates.

CONSTITUTION: The plural double refractive plates 4A, 4B are laminated and disposed on one side between the liquid crystal layer 3 and the polarizing plate 1. The product $\Delta n_1 \cdot d_1$ of the refractive index anisotropy Δn_1 of the liquid crystal of the liquid crystal layer and the thickness d_1 of the liquid crystal layer is set at 0.4 to $1.5 \mu\text{m}$ at this time. The double refractive plates are so disposed to attain $n_{zg} > n_{zg} > n_{yg}$ when the main refractive indices of the total sum average in the three directions taking the thicknesses of the plural double refractive plates into consideration are designated as n_{zg} , n_{yg} , n_{zg} , the n_{zg} , n_{yg} are made as the refractive index in the intra-surface direction of the double refractive plates and the n_{zg} is made as the refractive index in the film thickness direction of the double refractive plates. The beautiful display is, therefore, obtd. within a service temp. range and the coloration of the case in which the display element is viewed from a diagonal direction is prevented. The appearance is thus improved.



2: polarizing plate, 3,6: polarization axis, 7,8: major axis direction of liquid crystal molecule, 9A,9B: optical axis direction of double refraction plate

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑤ Int. Cl.⁵G 02 F 1/133
1/137

識別記号

5 0 0

庁内整理番号

8806-2H
8806-2H

⑬ 公開 平成2年(1990)12月21日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全13頁)

⑭ 発明の名称 液晶表示素子

⑯ 特 願 平1-127870

⑰ 出 願 平1(1989)5月23日

⑱ 発 明 者 赤 塚 實 神奈川県横浜市神奈川区三枚町543
 ⑱ 発 明 者 早 田 祐 二 神奈川県横浜市港南区港南2-24-31
 ⑱ 発 明 者 沢 田 和 利 兵庫県西宮市丸橋町4-3
 ⑲ 出 願 人 旭硝子株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号
 ⑲ 代 理 人 弁理士 梅村 繁郎 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

液晶表示素子

2. 特許請求の範囲

(1) はび平行に配置され配向制御膜を有する一対の透明電極付きの基板間に挟持された旋光性物質を含有した誘電異方性が正のネマチック液晶によるねじれ角が $160 \sim 300^\circ$ の液晶層と、この液晶層を挟持する上下の基板の透明電極間に電圧を印加する駆動手段とを有し、この液晶層の外側に一対の偏光板を設置し、液晶層と偏光板との間の片側に複数の複屈折板を積層配置した液晶表示素子において、液晶層での液晶の屈折率異方性 Δn_1 と液晶層の厚み d_1 との積 $\Delta n_1 \cdot d_1$ が $0.4 \sim 1.5 \mu m$ とされ、前記複数の複屈折板は、その光軸が面内にある正の一軸性複屈折板と、光軸が膜厚方向にある正の一軸性複屈折板とを夫々少なくとも1枚以上用い、前記複数の複屈折板の厚みを考慮した3方向の総加平均

の主屈折率を n_{xx}, n_{yy}, n_{zz} とし、 n_{xx}, n_{yy} を面内方向の屈折率とし ($n_{xx} > n_{yy}$)、 n_{zz} を複屈折板の厚み方向の屈折率とした場合、 $n_{xx} > n_{zz} > n_{yy}$ となるような複屈折板を配置したことを特徴とする液晶表示素子。

(2) 請求項1記載の液晶表示素子において、複屈折板の屈折率が $(n_{xx} - n_{yy}) / (n_{xx} - n_{zz}) \geq 0.1$ とされることを特徴とする液晶表示素子。

(3) 請求項1または2記載の液晶表示素子において、セル内面にカラーフィルターが形成されていることを特徴とする液晶表示素子。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、高密度表示に適した液晶表示素子に関するものである。

〔従来の技術〕

従来、両電極間の液晶分子のツイスト角を大きくして、鋭い電圧-透過率変化を起し、高密度のドットマトリクス表示をする方法として、スーパーツイスト素子 (T. J. Scheffer

and J. Nehring, Appl. Phys. Lett. 45 (10) 1021-1023 (1984)) が知られていた。

しかし、この方法は用いられる液晶表示素子の液晶の複屈折率 Δn と液晶層の厚み d との積 $\Delta n \cdot d$ の値が実質的に $0.8 \sim 1.2 \mu\text{m}$ の間にあり (特開昭60-10720号)、表示色として、黄緑色と暗青色、青紫色と淡黄色等、特定の色相の組み合わせでのみ、良いコントラストが得られていた。

このようにこの液晶表示素子では白黒表示ができなかったことにより、マイクロカラーフィルターと組み合わせて、マルチカラー又はフルカラー表示ができない欠点があった。

一方、同様な方式を使用し、液晶の複屈折率と厚みとの積 $\Delta n \cdot d$ を $0.6 \mu\text{m}$ 付近と小さく設定することにより、ほぼ白と黒に近い表示が得られる方式が提案されている。(M. Schadt et al, Appl. Phys. Lett. 50(5), 1987, p.236.)

しかし、この方式を使用した場合においては

フィルム積層型液晶表示素子では、液晶セルの補償を1軸性の複屈折フィルムで行っているで、垂直方向では見栄えが良いが、斜め方向から見た場合に色付いたり、白黒が逆転したりする欠点があった。このため、明るく、白黒度が良く、かつ、視野角の広い液晶表示素子を、歩留り良く生産することが困難であった。

明るく視野角の広い白黒表示素子は、単に特有な色付きがなく見易いというだけでなく、カラーフィルターをセル内部またはセル外部に形成して、従来通常の 90° ツイストのツイストネマチック (TN) 素子で実現されていた様な、モノカラーまたはマルチカラーまたはフルカラー表示を実現でき、薄く、軽く、低消費電力という特長を発揮して、その市場が飛躍的に拡大すると予想される。

このため、コントラストがよく、明るく、かつ、視野角の広い白黒表示素子を、歩留りよく生産できる液晶表示素子が望まれていた。

[課題を解決するための手段]

表示が暗く、かつ、最大コントラストがあまり大きくなく、青味を帯びるため、表示の鮮明度に欠ける欠点があった。

また、白黒表示でかつコントラストの高い液晶表示素子として、互いに逆らせんの液晶セルを2層積層し、一方のセルのみ電圧を印加し、他方のセルは単なる光学的な補償板として使用する方式が提案されている。(奥村ほか、テレビジョン学会技術報告、11(27), p.79, (1987))

しかし、この方式は2層セルでの $\Delta n \cdot d$ のマッチングが非常に厳しく、歩留りの向上が困難な上、液晶セルが2層必要なため、液晶セルの薄く軽いという特長を犠牲にしている欠点があった。

また、上述した2層セルの一方を1軸性の複屈折フィルムで置き換え、白黒表示を可能にしたフィルム積層型液晶表示素子も提案されている(特開昭63-271415号等)。

[発明の解決しようとする課題]

このような1軸性の複屈折フィルム方式のフ

本発明は、前述の問題点を解決すべくなされたものであり、ほぼ平行に配置され配向制御膜を有する一対の透明電極付きの基板間に挟持された旋光性物質を含有した誘電異方性が正のネマチック液晶によるねじれ角が $160 \sim 300^\circ$ の液晶層と、この液晶層を挟持する上下の基板の透明電極間に電圧を印加する駆動手段とを有し、この液晶層の外側に一対の偏光板を設置し、液晶層と偏光板との間の片側に複数の複屈折板を積層配置した液晶表示素子において、液晶層での液晶の屈折率異方性 Δn_1 と液晶層の厚み d_1 との積 $\Delta n_1 \cdot d_1$ が $0.4 \sim 1.5 \mu\text{m}$ とされ、前記複数の複屈折板は、その光軸が面内にある正の一軸性複屈折板と、光軸が膜厚方向にある正の一軸性複屈折板とを夫々少なくとも1枚以上用い、前記複数の複屈折板の厚みを考慮した3方向の総加平均の主屈折率を n_{xx}, n_{yy}, n_{zz} とし、 n_{xx}, n_{yy} を面内方向の屈折率とし ($n_{xx} > n_{yy}$)、 n_{zz} を複屈折板の厚み方向の屈折率とした場合、 $n_{xx} > n_{zz} > n_{yy}$ となるような複屈

折板を配置したことを特徴とする液晶表示素子を提供するものである。

本発明では、液晶層と偏光板との間の片側に、光軸が面内にある正の一軸性複屈折板と、光軸が膜厚方向にある正の一軸性複屈折板とを夫々少なくとも1枚以上積層して用いる。これらの複数の複屈折板の厚みを考慮した3方向の総加平均の主屈折率を n_{xx} 、 n_{yy} 、 n_{zz} とし、 n_{xx} 、 n_{yy} を複屈折板面内方向の屈折率とし($n_{xx} > n_{yy}$)、 n_{zz} を複屈折板の膜厚方向の屈折率とした場合、 $n_{xx} > n_{zz} > n_{yy}$ となるような関係を有する複屈折板を配置したものである。

このため、液晶層は1層でよく、生産性を下げたり、色ムラを起こしやすい第2の液晶層を設けなくても、明るい白黒表示の液晶表示素子が容易に得られる。さらに、1軸性の複屈折板を単に1枚のみ用いた場合に比して、斜め方向から見た場合の表示の品位の劣化が少なく、視野角の広い白黒表示の液晶表示素子が容易に得られる。

から赤色を呈し、白黒表示となりにくい。

特に、表示色の無彩色化が厳しく要求される用途では、液晶層の $\Delta n_1 \cdot d_1$ は $0.5 \sim 1.0 \mu m$ とされることが好ましい。

なお、この $\Delta n_1 \cdot d_1$ の範囲は、その液晶表示素子の使用温度範囲内で満足されるようにされることが好ましく、使用温度範囲内で美しい表示が得られる。もっとも外の性能の要求のために、使用温度範囲の一部でのみ、この関係を満足するようにされることがありうる。この場合には、 $\Delta n_1 \cdot d_1$ の範囲が上記範囲からはずれる温度範囲では、表示が色付いたり、視野角特性が低下したりすることとなる。

所望のパターンにパターニングをしたITO($In_2O_3-SnO_2$)、 SnO_2 等の透明電極を設けたプラスチック、ガラス等の基板の表面にポリイミド、ポリアミド等の膜を設け、この表面をラビングしたり、 SiO 等を斜め蒸着したりして配向制御膜を形成した透明電極付きの基板を準備して、この透明電極付きの基板の間に、前記した

この液晶層は従来のスーパーツイスト液晶表示素子の液晶層と同じ構成の液晶層であり、電極群が対向しており、これにより各ドット毎にオンオフを制御可能とされる。この液晶層のツイスト角は約 $160 \sim 300^\circ$ とされる。

具体的には、互に平行に配置された一対の透明電極基板間に旋光性物質を含有した誘電異方性が正のネマチック液晶を挟持し、両電極間での液晶分子のツイスト角を $160 \sim 300^\circ$ とすれば良い。これは、 160° 未満では急峻な透過率変化が必要とされる高データでの時分割駆動をした際のコントラストの向上が少なく、逆に 300° を越えるとヒステリシスや光を散乱するドメインを生じ易いためである。

また液晶層の液晶の屈折率異方性(Δn_1)とその液晶層の厚み(d_1)との積 $\Delta n_1 \cdot d_1$ が $0.4 \sim 1.5 \mu m$ とされる。

これは、 $0.4 \mu m$ 未満では、オン時の透過率が低く、青味がかかった表示色になりやすく、また、 $1.5 \mu m$ を越えると、オン時の色相が黄色

誘電異方性が正のネマチック液晶による $160 \sim 300^\circ$ ツイストの液晶層を挟持するようにされる。この代表的な例としては、多数の行列状の電極が形成されたドットマトリックス液晶表示素子があり、一方の基板に640本のストライプ状の電極が形成され、他方の基板にこれに直交するように400本のストライプ状の電極が形成され、 640×400 ドットのような表示がなされる。さらにこの640本のストライプ状の電極を夫々3本一組として1920本のストライプ状の電極とし、RGBのカラーフィルターを配置してフルカラーで 640×400 ドットの表示をすることもできる。

なお、電極と配向制御膜との間に基板間短絡防止のために TiO_2 、 SiO_2 、 Al_2O_3 等の絶縁膜を設けたり、透明電極にAl、Cr、Ti等の低抵抗のリード電極を併設したり、カラーフィルターを電極の上もしくは下に積層したりしてもよい。

この液晶層の両外側に一対の偏光板を配置する。この偏光板自体もセルを構成する基板の外

側に配置することが一般的であるが、性能が許せば、基板自体を偏光板と複屈折板で構成したり、基板と電極との間に複屈折層と偏光層として設けてもよい。

本発明では、上記液晶層の片側に隣接して、光軸が面内にある正の一軸性複屈折板と、光軸が膜厚方向にある正の一軸性複屈折板とを夫々少なくとも1枚以上積層する。これらの複屈折板は、液晶層と偏光板との間に設ければよく、例えば、液晶層と電極の間に層状に設けたり、電極と基板の間に層状に設けたり、基板自体を複屈折板としたり、基板と偏光板との間に層状に設けたり、それらを組み合わせて設けたりすれば良い。また、これらの複屈折板の積層する順序は、いずれが液晶層側に来てもよい。

本発明の複屈折板は、後述の複屈折性を示す透明板であれば使用でき、プラスチックフィルム、無機の結晶板等が使用可能である。

この複屈折板の内、光軸が面内にある正の一軸性複屈折板とは、その3個の主屈折率を n_{x1} 、

n_{y1} 、 n_{z1} とし、 n_{x1} 、 n_{y1} を複屈折板面内方向の屈折率とし($n_{x1} > n_{y1}$)、 n_{z1} を複屈折板の膜厚方向の屈折率とした場合、光軸がx軸方向になり、 $n_{x1} > n_{y1} = n_{z1}$ となるような複屈折板である。

また、光軸が膜厚方向にある正の一軸性複屈折板とは、その3個の主屈折率を n_{x2} 、 n_{y2} 、 n_{z2} とし、 n_{x2} 、 n_{y2} を複屈折板面内方向の屈折率とし($n_{x2} = n_{y2}$)、 n_{z2} を複屈折板の膜厚方向の屈折率とした場合、 $n_{x2} > n_{z2} = n_{y2}$ となるような複屈折板である。

本発明では、この光軸が面内にある正の一軸性複屈折板と光軸が膜厚方向にある正の一軸性複屈折板とを、夫々少なくとも1枚積層して用い、その膜厚を考慮して総合した平均の3方向の主屈折率を n_{xx} 、 n_{yy} 、 n_{zz} とし、 n_{xx} 、 n_{yy} を複屈折板面内方向の屈折率とし($n_{xx} > n_{yy}$)、 n_{zz} を複屈折板の膜厚方向の屈折率とした場合に、 $n_{xx} > n_{zz} > n_{yy}$ となるような複数の複屈折板を積層する。

ここで、 n_{xx} 、 n_{yy} 、 n_{zz} について説明する。

その光軸が面内のx軸方向にある正の一軸性複屈折板がi枚あり、夫々の3方向の主屈折率を n_{x1i} 、 n_{y1i} 、 n_{z1i} ($n_{x1i} > n_{y1i} = n_{z1i}$)とし、膜厚を l_{1i} とする。また、同様に光軸が膜厚方向であるz軸方向にある正の一軸性複屈折板がj枚あり、夫々の3方向の主屈折率を n_{x2j} 、 n_{y2j} 、 n_{z2j} ($n_{x2j} > n_{z2j} = n_{y2j}$)とし、膜厚を l_{2j} とする。この場合、これらの厚みを考慮した3方向の屈折率の総加平均 n_{xx} 、 n_{yy} 、 n_{zz} は以下のように表わせる。

$$n_{xx} = (\sum_i n_{x1i} \cdot l_{1i} + \sum_j n_{x2j} \cdot l_{2j}) / d,$$

$$n_{yy} = (\sum_i n_{y1i} \cdot l_{1i} + \sum_j n_{y2j} \cdot l_{2j}) / d,$$

$$n_{zz} = (\sum_i n_{z1i} \cdot l_{1i} + \sum_j n_{z2j} \cdot l_{2j}) / d,$$

$$d = \sum_i l_{1i} + \sum_j l_{2j}$$

所望の複屈折効果を得るためには、複屈折板のリターデーション $\Delta n_2 \cdot d_2$ を調整して使用するが、夫々1枚ずつの複屈折板では調整できない場合には、上述したように同じ複屈折板または異なる複屈折板を積層して用い、3個の主屈

折率の方向が夫々一致するように複数枚組合せて用いて、 $\Delta n_2 \cdot d_2 = (n_{xx} - n_{yy}) \cdot d_1$ が条件を満足するように設定すればよい。

良好な白黒表示を行うためには、ある特定のツイスト角と $\Delta n_1 \cdot d_1$ を持った液晶層に対し、複屈折板の $\Delta n_2 \cdot d_2$ の大きさ及びそれらの貼り付け方向、さらに一對の偏光板の偏光軸の方向を最適化することが重要である。

複屈折板の $\Delta n_2 \cdot d_2$ の大きさは、この複屈折板を液晶層と偏光板の間の片側に配置するため、概略液晶層の $\Delta n_1 \cdot d_1$ の大きさとほぼ同じの値か、それよりも少し小さめに設定すれば良好な白黒表示を得易い。具体的には、約0.1~1.5 μm とされればよい。

そして、次に角度依存性を良くするために、 n_{xx} の調整が必要である。

本発明では、 $(n_{xx} - n_{yy}) / (n_{xx} - n_{yy})$ の値を0.1以上にすることが好ましい。これは、この値が0.1未満の場合には、一軸性の複屈折板を1枚だけ使用した場合との効果の差が十分

得られにくいためである。

以下図面を参照して本発明をさらに詳細に説明する。

第1図は本発明による液晶表示素子を模式的に現わした斜視図である。第2図(A)(B)は、夫々上から見た第1図の上側の偏光板の偏光軸方向、光軸が面内方向にある正の一軸性の複屈折板の光軸方向及び液晶層の上側の液晶分子の長軸方向、並びに、下側の偏光板の偏光軸方向及び液晶層の下側の液晶分子の長軸方向の相対位置を示した平面図である。

第1図において、1,2は一对の偏光板、3は文字や図形を表示するための $\Delta n_1 \cdot d_1$ が $0.4 \sim 1.5 \mu\text{m}$ の誘電異方性が正のネマチック液晶によるねじれ角が $160 \sim 300^\circ$ の左らせん(上から見て反時計方向のねじれ)液晶層、4Aはその上に積層された光軸が面内方向にある正の一軸性の複屈折板、4Bは光軸が膜厚方向にある正の一軸性の複屈折板、5は上側の偏光板の偏光軸、6は下側の偏光板の偏光軸、7は液晶層の

$$\frac{n_{x1} \cdot l_1 + n_{x2} \cdot l_2}{l_1 + l_2} > \frac{n_{y1} \cdot l_1 + n_{y2} \cdot l_2}{l_1 + l_2}$$

$$> \frac{n_{y1} \cdot l_1 + n_{y2} \cdot l_2}{l_1 + l_2}$$

の関係を有することが必要となる。

第2図において、液晶層の上側の液晶分子7の長軸方向からみた上側の偏光板の偏光軸5の方向を時計回りに計ったものを θ_1 、液晶層の上側の液晶分子7の長軸方向からみた光軸が面内方向にある正の一軸性の複屈折板4Aの光軸の方向9Aを時計回りに計ったものを θ_2 、液晶層の下側の液晶分子8の長軸方向からみた下側の偏光板の偏光軸6の方向を時計回りに計ったものを θ_3 とする。本発明ではこの $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ を白黒表示となるように最適化すればよい。なお、光軸が膜厚方向にある正の一軸性の複屈折板は、当然ながら挿入しさえすれば良く、その方向には依存しない。

本発明の液晶表示素子をネガ型表示で使用する場合に、例えば、液晶層のねじれ角を 240°

上側の液晶分子、8は液晶層の下側の液晶分子、9Aは光軸が面内方向にある正の一軸性の複屈折板4Aの光軸の方向、9Bは光軸が膜厚方向にある正の一軸性の複屈折板4Bの光軸の方向を示している。

本発明で用いる複屈折板の屈折率の定義について第3図を参照して説明する。

先ず第3図のように座標軸をとる。第3図において、4Aは光軸が面内方向にある正の一軸性の複屈折板であり、x軸方向を光軸方向とすると、その3個の主屈折率 n_{x1}, n_{y1}, n_{z1} に対し、 $n_{x1} > n_{y1} = n_{z1}$ の関係がある。

また、4Bは光軸が膜厚方向にある正の一軸性の複屈折板であり、 $n_{x2} > n_{y2} = n_{z2}$ の関係がある。

また、本発明ではこれらの複屈折板の厚みを考慮した3方向の屈折率の総加平均 n_{x3}, n_{y3}, n_{z3} に対し、 $n_{x3} > n_{y3} > n_{z3}$ を満足することが必要である。

即ち、第3図の場合には、

程度とし、その $\Delta n_1 \cdot d_1$ を $0.87 \mu\text{m}$ 程度とし、その上に配置した複屈折板の $\Delta n_2 \cdot d_2$ を $0.58 \mu\text{m}$ 程度とすれば、一对の偏光板の偏光軸をほぼ $0 \sim 60^\circ$ 程度の角度で交差するように配置することが好ましい。

また、同じ液晶層と複屈折板とを使用し、ポジ型表示で使用する場合には、片側の偏光板の偏光軸をほぼ 90° 回転した状態に配置することが好ましい。これにより、この液晶表示素子は、視角特性に優れたコントラストの高い白黒表示が可能となる。

この場合、特にネガ表示については、 $40^\circ \leq \theta_2 \leq 140^\circ$ とすることにより、オフの透過率が低く、オンの透過率が高い充分なコントラストを持つ表示が実現できるため好ましい。

特に、 $60^\circ \leq \theta_2 \leq 120^\circ$ とすることにより、オフの透過率が低く、充分なコントラスト比が得られるため好ましい。

また、上記例では、液晶層を左らせんとしたが、らせんが逆の場合には、液晶層の液晶分子

の長軸方向、偏光板の偏光軸の方向、光軸が面内方向にある正の一軸性の複屈折板の光軸の方向との関係 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ を反時計回りにして、同様に選ぶことにより、上記例と同様に容易に白黒表示が得られる。

また、この複屈折板を液晶セルの下側に挿入した場合には、セルを下側から見て前述した関係と同様になるように $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ を選べば良い。

以上の説明は、液晶表示素子の垂直方向に対して得られた最適化であり、光軸が面内方向にある正の一軸性の複屈折板のみを用いた場合と同様である。しかし、この一軸性の複屈折板のみで補償した場合には、垂直方向ではうまく補償して高コントラストの白黒表示にできても、斜め方向では補償がずれて色付いたり、白黒が逆転してしまうことがある。

本発明では、 $n_{xx} > n_{yy} > n_{zz}$ とすることにより、斜め方向から見た場合の色付を防止し、見栄えを向上させることができる。

に、高デューティ駆動でも、コントラスト比が高く採れるため、フルカラーによる階調表示も可能であり、液晶テレビにも使用できる。

このカラーフィルターは、セル内面に形成することにより、視角によるズレを生じなく、より精密なカラー表示が可能となる。具体的には、電極の下側に形成されてもよいし、電極の上側に形成されてもよい。

また、より色を完全に白黒化する必要がある場合には、色を補正するためのカラーフィルターや、カラー偏光板を併用したり、液晶中に色素を添加したり、あるいは特定の波長分布を有する照明を用いたりしてもよい。

本発明は、このような構成の液晶セルに電極に電圧を印加するための駆動手段を接続し、駆動を行う。

特に、本発明では明るい表示が可能のため、透過型でも反射型でも適用可能であり、その応用範囲が広い。

なお、透過型で使用する場合には裏側に光源

この n_{xx} は、 n_{xx} より大きくても、 n_{yy} より小さくても、角度依存性は低下し、斜め方向から見た場合の見栄えが低下する。特に、 $(n_{xx} - n_{yy}) / (n_{xx} + n_{yy}) \geq 0.1$ とすることにより、斜め方向から見た場合の見栄えの向上が大きい。

本発明における複屈折板としては、2種類の一軸性複屈折板が必要である。光軸が面内にある正の一軸性複屈折板としては、通常の一軸延伸フィルムや結晶板を用いることができる。また、光軸が膜厚方向にある正の一軸性複屈折板としては、特殊な製法による高分子フィルム、例えば高分子液晶フィルムやLB膜または結晶板等が用いられる。また、これらの複屈折板は厚み方向の屈折率が均一でなくても使用でき、厚み方向の平均の屈折率が前記した条件を満足していればよい。

なお、本発明では、白黒表示に近く、視野角の広い表示が得られるため、カラーフィルターを併用してカラフルな表示が可能となる。特

を配置する。もちろん、これにも導光体、カラーフィルター等を併用してもよい。

本発明の液晶表示素子は透過型で使用する事が多いが、明るいため反射型で使用する事も可能である。

透過型で使用する場合、画素以外の背景部分を印刷等による遮光膜で覆うこともできる。また、遮光膜を用いるとともに、表示したくない部分に選択電圧を印加するように、逆の駆動をすることもできる。

本発明は、この外、本発明の効果を損しない範囲内で、通常の液晶表示素子で使用されている種々の技術が適用可能である。

本発明では、時分割特性がスーパーツイスト液晶表示素子と同程度であるうえ、前述したように明るく鮮明な白黒表示が可能のため、赤、緑、青の三原色の微細カラーフィルターをセル内面等に配置することにより、高密度のマルチカラー液晶表示素子とすることも可能である。

本発明の液晶表示素子は、パーソナルコンピ

ューター、ワードプロセッサ、ワークステーション等の表示素子として好適であるが、この外液晶テレビ、魚群探知器、レーダー、オシロスコープ、各種民生用ドットマトリックス表示装置等白黒表示、カラー表示をとわず種々の用途に使用可能である。

〔作用〕

本発明の動作原理については、必ずしも明らかではないが、およそ次のように推定できる。

まず、液晶表示素子を垂直方向から見た場合について考察する。

第4図(A)は、本発明の液晶表示素子と対比するために複屈折板を使用しないスーパーツイスト液晶表示素子の構成を示す側面から見た模式図であり、ねじれ角が $160 \sim 300^\circ$ で、 $\Delta n_1 \cdot d_1$ が $0.4 \sim 1.5 \mu m$ の正の誘電異方性を有するネマチック液晶による液晶層13、とその上下に配置された一対の偏光板11、12とを示している。この例では上下に配置された一対の偏光板11、12の偏光軸の交差角を 90° としてい

にある正の一軸性の複屈折板24A、光軸が膜厚方向にある正の一軸性の複屈折板24B、さらに上下に配置された偏光板21、22とを示している。

この例では、液晶層のねじれ角を 240° 、 $\Delta n_1 \cdot d_1$ を $0.87 \mu m$ とし、上下に配置された一対の偏光板21、22の偏光軸の交差角を 30° としている。なお、この例では説明を簡単にするために本発明の2種類の複屈折板を液晶セル上面に1枚ずつ配置して使用しているが、夫々2枚以上の複屈折板を3個の主屈折率の方向が夫々一致するように積層して用いても良い。

この複屈折板は、それ自体を偏光板の間に挟持すると、垂直方向から見た場合、この複屈折板の $\Delta n_2 \cdot d_2$ の値によって、入射直線偏光を任意のだ円偏光にしたり、円偏光にしたり、あるいは直線偏光に戻したりできる性質がある。そのため、適当な $\Delta n_2 \cdot d_2$ の複屈折板を液晶層に重ねることにより、第5図(B)のようにな

即ち、液晶層に電圧が印加されていない状態

る。

このような構成の液晶表示素子の場合、液晶層に電圧が印加されていない状態または非選択電圧のような低い電圧が印加された状態において、入射側の下側の偏光板12を通してほぼ完全に直線偏光化された光が、この液晶層13を透過すると、だ円偏光状態となる。このだ円偏光の形や方向は光の波長により異なり、光を赤緑青の3原色に分けて考えると、第4図(B)のようになる。これらの形も方向も異なただ円偏光が出射側の上側の偏光板11を通過すると、赤緑青の光によって通過する光の強度が夫々異なり、そのため特定の色に着色して見えることとなる。なお、第4図(B)において15、16は夫々偏光板11、12の偏光軸を示す。

これに対して、本発明では第5図(A)にその側面から見た模式図を示すように、ねじれ角が $160 \sim 300^\circ$ で、 $\Delta n_1 \cdot d_1$ が $0.4 \sim 1.5 \mu m$ の正の誘電異方性を有するネマチック液晶による液晶層23、その上側に配置された光軸が面内

または非選択電圧のような低い電圧が印加された状態において、入射側の下側の偏光板22を通してほぼ完全に直線偏光化された光が、液晶層23を透過するとだ円偏光状態となる。このだ円偏光となった光が複屈折板24Bを通過するが、この複屈折板は光軸が膜厚方向にあるため、垂直方向に進行する光に対しては何等影響を与えない。次に、このだ円偏光は複屈折板24Aを通過するが、この複屈折板は所謂普通の一軸性の複屈折板であるため、条件によってはだ円偏光を再度直線偏光に近い状態に戻しうる。

これは、光を赤緑青の3原色に分けて考えると、第5図(B)のようになる。この例のように、赤緑青の偏光軸の方向がほぼ揃い、かつ、ほぼ直線偏光に戻っている場合、出射側の偏光軸の向きにかかわらず、通過する光強度の波長依存性をなくすることができる。即ち、無彩色化することができることとなる。

この例のように、その偏光軸を 30° 程度交差して偏光板を設置して、出射側の偏光が出射

側である上側の偏光板の吸収軸と一致している場合には、透過光強度は最も小さくなり、黒く見えることとなる。これにより、ネガ表示となる。なお、第5図(B)において25、26は夫々偏光板21、22の偏光軸を示す。

逆に、上側の偏光板の偏光軸を 90° 回転して出射側の偏光の方向とほぼ平行にしてあげれば、これらの強度は大きいこととなり白く見えることとなり、ポジ表示となる。

なお、表示のネガ、ポジは、液晶層のねじれ角、その $\Delta n_1 \cdot d_1$ 、複屈折板の $\Delta n_2 \cdot d_2$ 、それらと偏光板との角度 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 等の構成用件を変えることにより、変わる。

一方、この構成で液晶層に充分な電圧を印加した場合には、液晶層を透過した円偏光の形や方向が電圧印加前と異なってくる。

そのため、複屈折板を通過した後の円偏光状態も異なり、これによって透過率が変化し、表示が可能になる。

しかし、複屈折板の挿入により、電圧を印加

上がっているため、もはや一軸性の媒体とは見なせなく、疑似的な二軸性の媒体と見なせるためである。

また、この時、第6図のように、液晶セル中央付近の液晶分子に着目し、この領域における平均的な主屈折率を n_{xx} 、 n_{yy} 、 n_{zz} （ここで n_{xx} は中央の液晶分子の基板への投影方向における平均的屈折率、 n_{yy} は基板面内にあり n_{xx} と直角な方向の平均的屈折率、 n_{zz} は膜厚方向の平均的屈折率）とすると、この領域では液晶分子が少しらせん構造を取っており、かつ、立ち上がっているため、 $n_{xx} > n_{zz} > n_{yy}$ となっていることが予想される。

このため、このような液晶セルを斜め方向からも補正するためには、同じような特性の複屈折板が好ましく、本発明の $n_{xx} > n_{zz} > n_{yy}$ となるような複屈折板を使用することが好ましいこととなる。

本発明では、第5図の複屈折板24A、24Bの組み合わせによって、このような特性を持たせてい

ない状態でうまく円偏光の形や方向を描えられて黒または白の状態ができたとはいえ、かならずしも電圧印加状態で白または黒の状態になるとは限らない。このため、液晶層のツイスト角、 $\Delta n_1 \cdot d_1$ 等のパラメータにより、複屈折板の $\Delta n_2 \cdot d_2$ 、その光軸方向、偏光板の偏光軸方向等を実験的に最適化することが好ましい。

このように、液晶表示素子を垂直方向から見た場合には、複屈折板として単に光軸が面内方向にある一軸性の複屈折板のみを使用しても、条件を最適化すれば、良好な白黒表示素子を得ることができる。

しかし、このような白黒表示素子を斜め方向から見た場合には、表示が色付いて見えたり、白黒が逆転して見えたりすることがある。

これは、もともと液晶分子自体は一軸性であるが、第6図のように液晶セル内ではらせん構造を取っており、さらにマルチプレックス駆動のために、液晶セルに選択電圧や非選択電圧を印加した場合には、中央付近の液晶分子が立ち

る。即ち、前述したように、複屈折板24Bは光軸が膜厚方向にある正の一軸性複屈折板であるため、垂直方向に進行する光に対しては何等影響を与えない。しかし、液晶セルに対して斜めに進行する光に対しては、複屈折性が発生することとなる。このため、複屈折板24Aとのマッチングをうまくとることにより、 $n_{xx} > n_{zz} > n_{yy}$ となり、液晶層の2軸性をうまく補正することができる。

[実施例]

実施例1～6

第1の基板として、ガラス基板上に設けられたITO透明電極をストライプ状にパターンニングし、蒸着法により SiO_2 による短絡防止用の絶縁膜を形成し、ポリイミドのオーバーコートをしピンコートし、これをラビングして配向制御膜を形成した基板を作成した。

第2の基板として、ガラス基板上に設けられたITO透明電極を第1の基板と直交するようにストライプ状にパターンニングし、 SiO_2 の絶縁

膜を形成し、ポリイミドのオーバーコートをし、これを第1の基板のラビング方向と交差角 60° となるようにラビングして配向制御膜を形成した基板を作成した。

この2枚の基板の周辺をシール材でシールして、液晶セルを形成し、この液晶セル内に誘電異方性が正のネマチック液晶を注入して 240° ねじれの液晶層となるようにし、注入口を封止した。この液晶層では $\Delta n_1 \cdot d_1$ は $0.87 \mu\text{m}$ であった。

この液晶セルの上面と上側の偏光板との間に第1表(実施例1~3)、第2表(実施例4~6)及び第3表(比較例1~3)に示すような屈折率を持つ種々の複屈折板を夫々貼り付けて視野角の広さを比較した。

この液晶表示素子の液晶分子の長軸方向、偏光板の偏光軸方向及び光軸が面内にある正の一軸性の複屈折板の光軸の方向との相対的な関係は、 $\theta_1 = 45^\circ$ 、 $\theta_2 = 95^\circ$ 、 $\theta_3 = 135^\circ$ とした。

第1表

例		実施例1	実施例2	比較例3
光軸が面内にある一軸性複屈折板(F1)	n_{x1}	1.5876	1.5876	1.5876
	$n_{y1} = n_{z1}$	1.5818	1.5818	1.5818
	$d_1 (\mu\text{m})$	100	100	100
	$\Delta n = n_{x1} - n_{y1}$	0.0058	0.0058	0.0058
	使用枚数	1枚	1枚	1枚
光軸が膜厚方向にある一軸性複屈折板(F2)	$n_{x2} = n_{y2}$	1.5818	1.5818	1.5818
	n_{z2}	1.5833	1.5833	1.5833
	$d_2 (\mu\text{m})$	100	100	100
	$\Delta n = n_{z2} - n_{x2}$	0.0015	0.0015	0.0015
	使用枚数	1枚	1枚	2枚
厚みを考慮した屈折率の総加平均	n_{xx}	1.5847	1.5847	1.5837
	n_{yy}	1.5818	1.5818	1.5818
	n_{zz}	1.5826	1.5826	1.5828
特徴		$n_{xx} > n_{zz} > n_{yy}$	$n_{xx} > n_{zz} > n_{yy}$	$n_{xx} > n_{zz} > n_{yy}$
構成	P: 偏光板 F1: 複屈折板 F2: 複屈折板 LC: 液晶層			
	コントラスト比図面	第7図	第8図	第9図

第2表

例		実施例4	実施例5	実施例6
光軸が面内にある一軸性複屈折板(F1)	n_{x1}	1.5876	1.5876	1.5876
	$n_{y1} = n_{z1}$	1.5818	1.5818	1.5818
	$d_1 (\mu\text{m})$	100	100	100
	$\Delta n = n_{x1} - n_{y1}$	0.0058	0.0058	0.0058
	使用枚数	1枚	1枚	1枚
光軸が膜厚方向にある一軸性複屈折板(F2)	$n_{x2} = n_{y2}$	1.5818	1.5818	1.5818
	n_{z2}	1.5848	1.5848	1.5863
	$d_2 (\mu\text{m})$	100	100	100
	$\Delta n = n_{z2} - n_{x2}$	0.0030	0.0030	0.0045
	使用枚数	1枚	1枚	1枚
厚みを考慮した屈折率の総加平均	n_{xx}	1.5847	1.5847	1.5847
	n_{yy}	1.5818	1.5818	1.5818
	n_{zz}	1.5833	1.5833	1.5841
特徴		$n_{xx} > n_{zz} > n_{yy}$	$n_{xx} > n_{zz} > n_{yy}$	$n_{xx} > n_{zz} > n_{yy}$
構成	P: 偏光板 F1: 複屈折板 F2: 複屈折板 LC: 液晶層			
	コントラスト比図面	第10図	第11図	第12図

第3表

例		比較例1	比較例2	比較例3
光軸が面内にある一軸性複屈折板(F1)	n_{x1}	1.5876	1.5876	1.5876
	$n_{y1} = n_{z1}$	1.5818	1.5818	1.5818
	$d_1 (\mu\text{m})$	100	100	100
	$\Delta n = n_{x1} - n_{y1}$	0.0058	0.0058	0.0058
	使用枚数	1枚	1枚	1枚
光軸が膜厚方向にある一軸性複屈折板(F2)	$n_{x2} = n_{y2}$		1.5818	1.5818
	n_{z2}		1.5743	1.5908
	$d_2 (\mu\text{m})$		100	100
	$\Delta n = n_{z2} - n_{x2}$		-0.0075	0.0090
	使用枚数	0枚	1枚	1枚
厚みを考慮した屈折率の総加平均	n_{xx}	1.5876	1.5847	1.5847
	n_{yy}	1.5818	1.5818	1.5818
	n_{zz}	1.5818	1.5781	1.5863
特徴		$n_{xx} > n_{yy} = n_{zz}$	$n_{xx} > n_{yy} > n_{zz}$	$n_{xx} > n_{zz} > n_{yy}$
構成	P: 偏光板 F1: 複屈折板 F2: 複屈折板 LC: 液晶層			
	コントラスト比図面	第13図	第14図	第15図

また、評価は、1/200デューティ、1/15バイアスで駆動してオン状態、オフ状態でのコントラスト比で行った。

その結果を第7図～第15図に示す。第7図～第15図は、等コントラスト曲線と呼ばれるもので、セルの観察方向を極座標表示し、その角度を (θ, Ψ) と表わした場合、この (θ, Ψ) により、液晶セルのコントラスト比がどのように変化しているかを θ を $0 \sim 50^\circ$ で変化させ、 Ψ を $0 \sim 360^\circ$ 変化させて示したものである。なお、 Ψ は図の主視角方向(下方)を 0° とし、反時計回りに $0 \sim 360^\circ$ とし、 θ は中心を 0° とし、同心円状に $0 \sim 50^\circ$ とした。コントラスト比の曲線は1, 10, 50のみを示した。

第7図～第12図が、本発明による液晶表示素子の実施例であり、第13図～第15図は比較例である。

本発明では、第1表、第2表に示すように、 $n_{xx} > n_{yy} > n_{zz}$ となるような複屈折板を使用しているので、従来の単なる一軸性の複屈折板

[発明の効果]

以上に説明したように本発明は、従来の2層型スーパーツイスト液晶表示素子または一軸性複屈折板を積層したスーパーツイスト液晶表示素子と比べて、広い視野角及びより優れたコントラスト比を持つ白黒表示が可能となり、鮮明で表示品位の高いポジ型あるいはネガ型の表示が得られる。

また、時分割表示特性や視野角特性も従来のスーパーツイスト液晶表示素子と遜色がない等の優れた効果を有する。

また、表示が白黒に近く、かつ、広視野ということから、カラーフィルターと組み合わせることにより、カラフルな表示が可能となり、特に、赤、緑、青のカラーフィルターを画素ごとに配置することにより、マルチカラーやフルカラーの表示も実現できるという効果も認められ、より多様性のある応用が開ける。

特に、本発明では白黒表示が可能であるにもかかわらず、明るい表示が可能であり、透過型

のみの場合($n_{xx} > n_{yy} = n_{zz}$ 、比較例1、第13図)より、斜線で示したコントラスト比が1以下、即ち、白黒のコントラストが逆転してしまう領域が非常に小さくなった。また、コントラスト比が高い領域(10以上)も広くなり、視野角が広く高コントラスト比の素子が可能になった。

一方、本発明以外の複屈折板を用いた場合、即ち、比較例2($n_{xx} > n_{yy} > n_{zz}$)及び比較例3($n_{xx} > n_{zz} > n_{yy}$)の場合には、夫々第14図及び第15図のように、やはり本発明のものよりも視野角が狭く、かつ、コントラスト比の高い領域も狭いことがわかった。

実施例7～12

実施例1～6の液晶表示素子の電極付の基板の一方の基板として、基板上にストライプ状に3色のカラーフィルター層を形成し、その上に電極を形成した電極付基板を用いてセルを構成し、駆動したところ、フルカラーの階調駆動が可能であった。

のみならず、反射型の表示も可能であり、その応用範囲が広いものである。

さらに、本発明では、単に複屈折板を配置するのみで、第2の液晶層を設けなくても明るい白黒表示が可能なるものであり、液晶表示素子の生産性が極めて高いという利点も有する。

本発明は、本発明の効果を損しない範囲内で今後とも種々の応用が可能なるものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による液晶表示素子を模式的に現わした斜視図である。

第2図(A)(B)は、夫々上から見た上側及び下側の液晶分子の長軸方向、偏光板の偏光軸方向及び光軸が面内方向にある正の一軸性の複屈折板の光軸の方向の相対位置を示した平面図である。

第3図は、本発明に使用する2種類の複屈折板の主屈折率の定義を示す斜視図。

第4図(A)(B)は、単なるスーパーツイスト液晶表示素子の構成を示した模式図及びそ

の偏光の状態を説明する平面図。

第5図(A)(B)は、本発明の液晶表示素子の構成を示した模式図及びその偏光の状態を説明する平面図。

第6図は、液晶セルの分子配列を示した図。

第7図～第15図は、液晶表示素子の等コントラスト曲線を示した図。

1、2、11、12、21、22は偏光板、

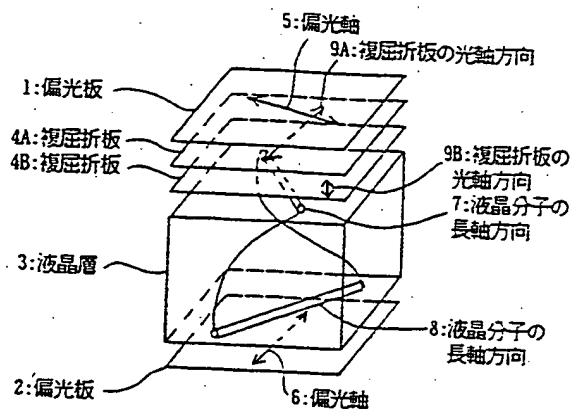
3、13、23は液晶層、

4A、4B、24A、24Bは複屈折板、

5、6、15、16、25、26は偏光軸、

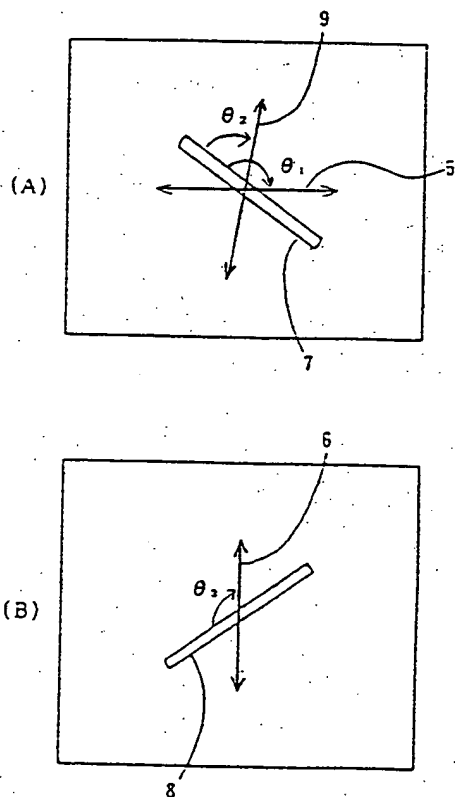
7、8は液晶分子の長軸方向、

9A、9Bは複屈折板の光軸の方向

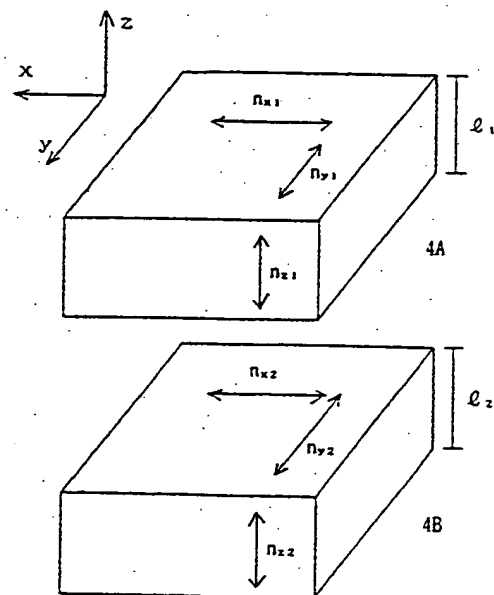


第 1 図

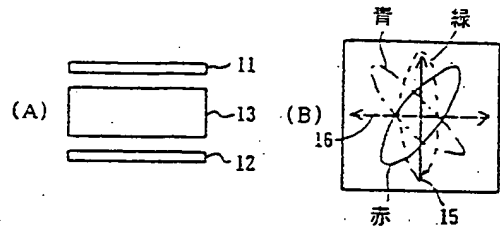
代理人 梶村 繁郎 外 1 名



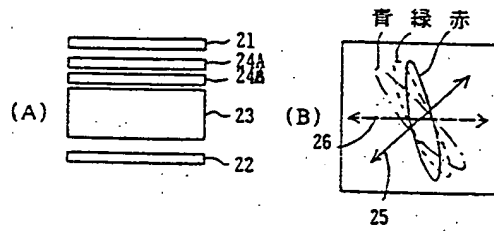
第 2 図



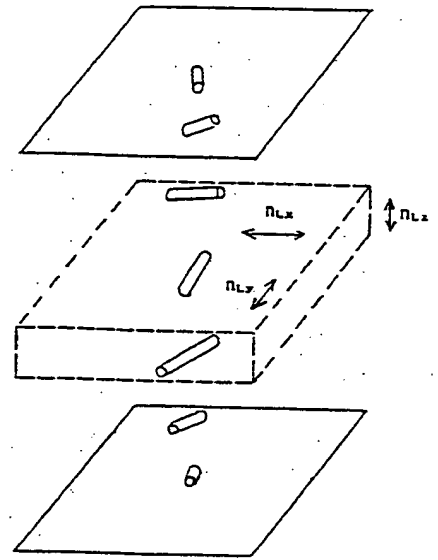
第 3 図



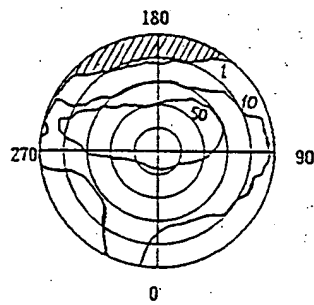
第 4 図



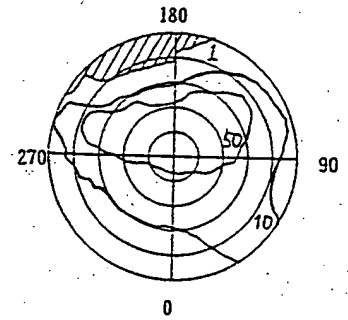
第 5 図



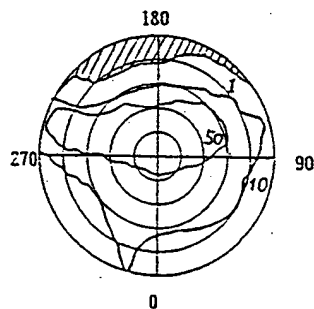
第 6 図



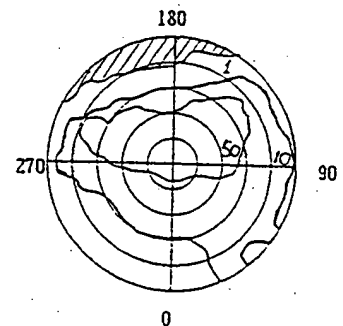
第 7 図



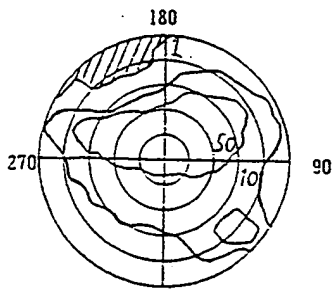
第 9 図



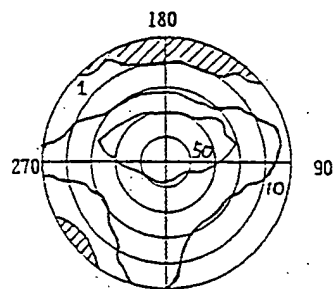
第 8 図



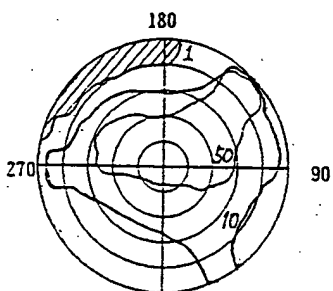
第 10 図



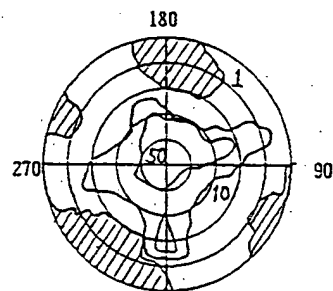
第 1 1 図



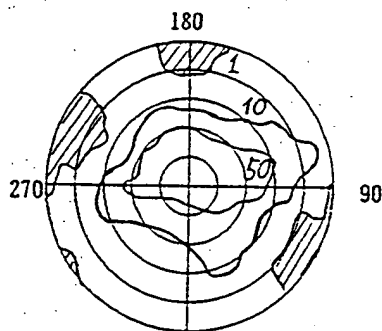
第 1 3 図



第 1 2 図



第 1 4 図



第 1 5 図

THIS PAGE BLANK (USPTO)